Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Tübingen
Direktor: Prof. Dr. Dr. E. Fröhlich

Über die Brauchbarkeit eines Kariesanfälligkeitstestes auf der Grundlage der Speichelatmung

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
ERICH KRAUS
aus Reichenberg

1962

7116

Aus dem Zahnärztlichen Institut der Universität Tübingen
Direktor: Prof. Dr. Dr. E. Fröhlich

Über die Brauchbarkeit eines Kariesanfälligkeitstestes auf der Grundlage der Speichelatmung

Inaugural-Dissertation
zur Erlangung des Doktorgrades
der Zahnheilkunde
einer Hohen Medizinischen Fakultät
der Eberhard-Karls-Universität
zu Tübingen

vorgelegt von
ERICH KRAUS
aus Reichenberg

1962

R UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Dekan:	Prof. Dr. E. Tonutti
1. Berichterstatter:	Doz. Dr. A. Kröncke
2. Berichterstatter:	Prof. Dr. Dr. E. Fröhlich

Fotodruck PRÄZIS · Tübingen

Inhaltsübersicht

Seite

I. Einleitung 1

1. Morphologische Tests 1

2. Bakteriologische und biochemische Testmethoden 2

3. Kariesanfälligkeitstest aufgrund der Speichelatmung 2

II. Problemstellung 5

III. Grundlagen der Speichelatmung 6

IV. Material und Methoden

1. Material 8

2. Methode 9

V. Ergebnisse 11

VI. Diskussion der Ergebnisse 24

VII. Zusammenfassung 27

VIII. Literaturverzeichnis 29

Lebenslauf 32

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41549607_0058

I. Einleitung

In der zahnärztlichen Praxis und in der zahnärztlichen Forschung, hier vor allem auf der Suche nach der Ursache der Zahnkaries, erhob sich immer wieder die Forderung nach einem Verfahren, mit dessen Hilfe es möglich ist, den Grad der jederzeitigen Kariesanfälligkeit bzw. -Resistenz eines Patienten zu bestimmen.

Für den Praktiker ist ein Verfahren zur Beurteilung der Kariesaktivität eines Patienten insofern von Bedeutung, als damit eine längere klinische Beobachtungszeit ausgeschaltet werden kann. Die Einstufung eines Patienten als kariesaktiv oder kariesresistent ist notwendig für die Indikation von Maßnahmen der Zahnerhaltung, wie auch bei der prothetischen oder kieferorthopädischen Planung.

Der Wissenschaftler braucht einen Ausdruck für die individuelle Kariesanfälligkeit, um sein klinisches Material zu ordnen und sein Ergebnis mit anderen Untersuchungen vergleichen zu können.

Auf unterschiedlicher Grundlage wurden daher verschiedene Kariesteste [1, 27, 36] entwickelt, wobei zwei Gruppen zu unterscheiden sind. Die eine bezieht sich auf den morphologischen Gebißzustand (Kariesindices), die andere Art von Kariesanfälligkeitstesten beruht auf bakteriologischen bzw. biochemischen Untersuchungen des Speichels.

1.) Morphologische Tests:

Wohl der erste Versuch zur Kennzeichnung des Kariesbefalls stammt von Morelli (1924). Er verwendete einen Bruch als Indexzahl, wobei dessen Zähler die Zahl der vorhandenen, dessen Nenner die Zahl der gefüllten und kariösen Zähne darstellt.

Von Klein, Palmer und Knutsen wurde der sogenannte DMF-Index angegeben. Diese Indexzahl ist die Summe der zur Zeit der Untersuchung kariösen (D = decayed), extrahierten (M = missing) und gefüllten (F = filled) bleibenden Zähne und wird auf hundert Personen bezogen.

Einen "Modifizierten Kariesindex" schlug 1938 Boedecker vor. Er bestimmt die Kariesanfälligkeit durch die innerhalb eines halben Jahres neu auftretenden Defekte.

Als weitere Teste dieser Gruppe sind der Entin-Index, der Zürcher Karies-Index und der Berner Karies-Index nach Tschäppät dem Namen nach zu erwähnen.

Keiner dieser Indices ist geeignet, die Änderung der tatsächlichen Kariesanfälligkeit im Laufe des Lebens zu berücksichtigen. Sie sind vielmehr Maßstäbe für den Kariesbefall, nicht aber für die Kariesdisposition, bzw. -Aktivität.

2.) Bakteriologische und biochemische Testmethoden:

Diese gehen von der Miller'schen Theorie aus:
die Zahnkaries sei ein chemisch-parasitärer Zersetzungsprozeß, hervorgerufen durch organische Säuren, in erster Linie Milchsäure, die von den Bakterien der Mundhöhle gebildet werden.

Bunting und Palmerlee [10] entwickelten den L. acidophilus-Test in der Annahme, daß eine bestimmte Anzahl dieser Bakterien Kariesanfälligkeit des Gebisses anzeige.

Beim Snyder - Test wird die Säureproduktion einer auf Dextrose-Agar gebrachten, definierten Speichelmenge gemessen.

Bei Gustafssons [21] Untersuchungen in Lund stellten sich beide Testmethoden als nur bedingt brauchbar heraus.

3.) Kariesanfälligkeitstest aufgrund der Speichelatmung:

Im Jahre 1944 konnte der dänische Zahnarzt Eggers - Lura [17] die Sauerstoffaufnahme des Speichels mit Hilfe des Warburg - Manometers nachweisen. Damit war ein entscheidender Schritt auf dem Gebiet der Speichelforschung und der biochemischen Ferment- und Stoffwechseluntersuchungen getan. Weiteren wesentlichen Einblick erhielt Gustafsson [21] und seine Mitarbeiter bei den bekannten Untersuchungen im Krankenhaus in Lund / Südschweden. Wie weit beeinflußt die Art der Ernährung, vor allem der Kohlehydratkonsum, die Entstehung von Karies? Das war die Frage, die vom schwedischen Staat gestellt worden war. Über 700 Insassen der Vipeholm - Anstalten wurden darauf hin systematisch fünf Jahre lang mit verschiedenartiger Kost versorgt und während dieser Zeit eingehend untersucht und beobachtet.

Die Auswertung dieses einzigartigen Experimentes brachte folgende Ergebnisse:

1.) Keinen Einfluß auf die Entstehung der Karies hat der Zucker, der mit den Mahlzeiten aufgenommen wird.
2.) Klebrige Teigwaren erhöhen den Kariesbefall.
3.) Zwischen den Mahlzeiten verzehrte klebrige Zuckerwaren rufen einen rapiden Anstieg des Kariesbefalls hervor.

Lundqvist [38] ist eine weitere bedeutsame Feststellung zu verdanken, die er im Rahmen dieser Untersuchungen machen konnte, indem er die Beobachtungen bei kariesanfälligen denen von kariesresistenten Personen gegenüberstellte: bei Kariesanfälligen war die "oral sugar clearance" eindeutig erniedrigt. Die Zunahme der Kariesaktivität ist also mit einer verminderten Zuckerausscheidung im Mund verbunden. Das heißt, je länger der Zucker unabgebaut im Speichel verbleibt, umso höher liegt die Kariesaktivität.

1950 versuchten Hartles und MacDonald [22] als erste Beziehungen

zwischen der O_2-Aufnahme des Speichels und der Kariesaktivität zu finden. Der Versuch scheiterte, und die Ursache dieses Fehlschlags ist wahrscheinlich in der Auslese der Versuchspersonen nach dem DMF-Index zu suchen.

Von Calandra und Adams [14] erschien 1951 eine Arbeit über die Vorgänge der Oxydation der im Speichel auftretenden Abbauprodukte der Glukose und anderer organischer Säuren. Mögliche Beziehungen zur Kariesanfälligkeit werden hier zwar theoretisch erörtert, aber Experimente in dieser Richtung werden nicht vorgenommen.

Auch Burnet [11, 12] stellte solche Versuche an und kam zu dem Ergebnis, daß die Speichelatmung charakteristische individuelle Unterschiede in Bezug auf Kariesanfälligkeit bzw. -Resistenz zeige. Diese Beobachtungen konnten aber von ihm später [13] nicht mehr reproduziert werden. Die Ursache ist wahrscheinlich in der Verwendung von paraffinstimuliertem, also bereits stark verdünntem Speichel, und im Zusatz von Phosphatpuffer zu suchen (Kröncke und Naujocks [36]).

Unabhängig von diesen Forschungen waren in Hamburg auf breiter Basis Speicheluntersuchungen vorangetrieben worden. Kröncke und Naujocks [33] beschäftigten sich mit dem Rhodan- und Nitritgehalt des Speichels, sie prüften seine Katalaseaktivität und deren tägliche Schwankungen. Der Gebißzustand der Versuchspersonen wurde zu Beginn sorgfältig aufgezeichnet, und nach einem halben und einem vollen Jahr erfolgten exakte Nachuntersuchungen. Innerhalb dieser Zeit liefen die biochemischen Analysen. Danach konnten sie das durch die klinische Beobachtung gewonnene Material einteilen in:

eindeutig kariesresistent = kR
eindeutig kariesanfällig = kA
fraglich kariesresistent = kR?
und fraglich kariesanfällig = kA?

Ein Vergleich mit den jeweiligen Tagesverlaufskurven bei den drei untersuchten Stoffen zeigte signifikante Unterschiede zwischen kariesaktiv und kariesresistent. Es sind also Anzeichen dafür gegeben, daß sich das Stoffwechselgeschehen des Speichels bei Karies in bezeichnender Weise ändert. Der Ausdruck dafür ist in dem O_2-Verbrauch, in der Speichelatmung zu sehen. Die entsprechenden Untersuchungen, durchgeführt von Bramstedt, Kröncke, Naujoks und Vonderlinn [6] schlossen sich an.

Personen der Alsterdorfer Anstalten im Alter von 15-25 Jahren wurden zu diesen Experimenten herangezogen. Damit war zunächst eine einheitliche Ernährung vorauszusetzen, die gleiche Arbeitszeit bei körperlicher Betätigung und geregelte Nachtruhe brachten ein hohes Maß an "gleichen" Umweltbedingungen. Weiterhin wurde Reizspeichel vermieden. Vielmehr mußten die Versuchspersonen in einem sterilen Reagenzglas etwa 2 ccm nicht stimulierten Nüchternspei-

chel sammeln, von dem 1,5 ccm zur Untersuchung im Warburg - Manometer gelangten.

Bei der Auswertung der so erhaltenen Werte der Sauerstoffaufnahme des Speichels waren die Ergebnisse eindeutig:

$< 95\gamma$ 1/Std	=	kariesanfällig
95γ 1/St - 145γ 1/Std	=	kR? - kA?
$> 145\gamma$ 1/Std	=	kariesresistent

Kröncke und Naujoks [37, 38] hatten also eine Korrelation Kariesanfälligkeit - O_2-Verbrauch festellen können, die später von Eggers-Lura [20] sowie von Kothe und Schützmannsky [25, 26] bestätigt wurde. Der Gedanke lag nun nahe, die Speichelatmung als individuellen Kariestest mit der oben erwähnten Einteilung zu verwenden.

II. Problemstellung

Wie waren die Ergebnisse von Kröncke und Naujoks zustande gekommen? Die Voraussetzung war eine "Standardisierung des Materials", d.h. die Speichelproben stammten von Personen "gleicher" Lebensweise, die Speichelentnahme konnte zur gleichen Zeit und unter ärztlicher Aufsicht erfolgen, sodaß auch die Forderung nach nicht stimuliertem Nüchternspeichel unbedingt erfüllt wurde. Ebenso konnten die Versuche anschließend sofort durchgeführt werden.

Da im "Normalfall", d.h. unter den Bedingungen einer ambulanten zahnärztlichen Praxis

1.) eine Standardisierung des Materials nicht möglich ist,
2.) einwandfreier Nüchternspeichel nicht gewährleistet ist - außer, wenn er unter Aufsicht gesammelt würde,
3.) eine sofortige Untersuchung des Materials nicht immer möglich ist (z.B. wegen Unzuverlässigkeit der Patienten, langem Anmarschweg, Rücksicht auf den Praxisbetrieb u.s.w.),

erhob sich die Frage, ob dieser Kariestest trotzdem in der Allgemeinpraxis und unter nicht standardisierten Bedingungen brauchbar sei.

Aus diesem Grunde wurden die in der vorliegenden Arbeit niedergelegten Untersuchungen angestellt.

III. Grundlagen der Speichelatmung

Die Speichelatmung wird durch Blausäure und durch Kohlenmonoxyd gehemmt. Nach Untersuchungen von Bramstedt und Vonderlinn [8, 9] wurde festgestellt, daß die Speichelatmung durch Blausäure (m/1000 KCN) gehemmt wird. Das Gleiche gilt für Kohlenmonoxyd. Bei Bestrahlung mit ultraviolettem Licht wird die Kohlenmonoxydhemmung wieder aufgehoben. Die Atmung des Speichels erscheint so als eine Folge fermentchemischer Prozesse unter Beteiligung des Warburg'schen Atmungsfermentes.

Die Speichelatmung wird durch eine Vielzahl chemischer und biochemischer Vorgänge bestimmt. Bei Verdünnungsreihen verlief der Abfall der Sauerstoffaufnahme nämlich nicht in linearer, sondern in dem Verdünnungsgrade entsprechender logarithmischer Funktion. Es kann demnach keine mononukleare Reaktion vorliegen, es muß sich vielmehr bei der Speichelatmung um ein komplexes Geschehen handeln (Kröncke [30]). Warum zwischen der O_2-Aufnahme des Speichels und der Kariesanfälligkeit ein Zusammenhang besteht, ist allerdings bisher nicht näher bekannt.

Die Sauerstoffaufnahme des Speichels ist eine Funktion der zelligen Elemente, ihr Ausmaß wird aber wesentlich von der zellfreien Phase des Speichels mitbestimmt. Durch Zentrifugieren (3600 U/Min.) wurden die zelligen Elemente von der zellfreien Phase getrennt: bei der zellfreien Phase wurde keine Atmung festgestellt. Das zellige Zentrifugat zeigte je nach Zusatz unterschiedliches Verhalten: das Aufschwemmen mit Ringer - Lösung stellt die Atmung zum kleinen Teil wieder her. Das Gleiche gilt für den Zusatz von Glukose oder Aminosäuren und von Phosphaten. Bringt man die zellfreie Phase mit den eigenen zelligen Elementen wieder zusammen, so steigt die Atmung auf das normale Maß wieder an. Für den Austausch der zellfreien Phasen zweier Speichelproben konnte nur festgestellt werden, daß das Ausmaß des Sauerstoffverbrauchs von den zelligen Elementen abhängig ist. Der direkt von den Ausführungsgängen der Gl. parotis und Gl. submandibularis entnommene Speichel zeigt keinen O_2-Verbrauch (Bramstedt, Kröncke und Naujoks [3, 4]).

Die Speichelatmung wird von einem aus den Speicheldrüsen stammenden Wirkungsfaktor wesentlich beeinflußt. Versuche zeigten, daß der Zusatz von reinem Speicheldrüsensekret zu isoliert gezüchteten Mundhöhlenkeimen (C. albicans, Str. salivarius, L. casei) den Sauerstoffverbrauch in auffälliger Weise aktivierte. Zusätze von Glukose, Aminosäurengemische, Adenosintriphosphorsäure und Diphosphopyridinnukleotid erreichen dieses Ausmaß bei weitem nicht. Dieser Stoff, "aktivierendes Prinzip" ge-

nannt, erwies sich als dialysierbar, niedermolekular und organisch. Das "aktivierende Prinzip" ist hitzebeständig, säurefest und alkalistabil und zeigt Kationencharakter. Es handelt sich um keinen Eiweißkörper und um kein Ferment, es ist keine Phosphatverbindung und mit an Sicherheit grenzender Wahrscheinlichkeit keine Aminosäure (Bramstedt, Kröncke und Naujoks [3, 4], Hartles und Wasdell [23, 24]). Bei papierchromatographischen Untersuchungen (Kröncke [32]) wurden jedoch fast immer mehrere Peptide gefunden, von denen eines, als Peptid 1 bezeichnet, in verhältnismäßig hoher Konzentration im reinen Speicheldrüsensekret vorkommt. Wie das "aktivierende Prinzip" ist es hitze-, säure- und alkalistabil, dialysierbar und zeigt Kationencharakter. Die Identität von Peptid 1 mit dem "aktivierenden Prinzip" kann als sehr wahrscheinlich angenommen werden (Kröncke, Bramstedt, Naujoks, Marg [37]).

Die Speichelatmung ist nicht von der Menge der vorhandenen abbaufähigen Substanzen abhängig. Zusätze von Glukose oder Brenztraubensäure, von Asparaginsäure oder Glutaminsäure, von anorganischem Phosphat oder von ATP oder ADP, sowie von Diphosphopyridinnukleotid steigern die Speichelatmung, wobei aber auch hier zwischen dem O_2-Verbrauch bei Kariesanfälligen und Kariesresistenten erhebliche Unterschiede bestehen (Bramstedt, Kröncke, Naujoks und Vonderlinn [6]).

Die Speichelatmung steht in engem Zusammenhang zu dem Glukoseabbau. Bramstedt, Kröncke, Naujoks und Ranke [7] fanden, daß der O_2-Verbrauch des Speichels Kariesanfälliger zu dem von Kariesresistenten sich verhält wie 3 : 1, und daß dieses Verhältnis ebenso bei der Geschwindigkeit des Glukoseabbaus nachzuweisen ist.

Die Speichelatmung wird durch Fluorionen erhöht. Durch die physiologische Konzentration von Fluorionen im Trinkwasser wird die Speichelatmung Kariesanfälliger heraufgesetzt, und eine Beschleunigung des Zuckerabbaus erreicht: ein weiterer Beweis für den engen Zusammenhang zwischen Speichelatmung und Zuckerabbau im Speichel (Bramstedt, Kröncke und Naujoks [3]).

Die Speichelatmung ist demnach ein Indikator für ein komplexes Stoffwechselgeschehen im Speichel, dessen näherer Zusammenhang mit der Kariesätiologie noch nicht bekannt ist.

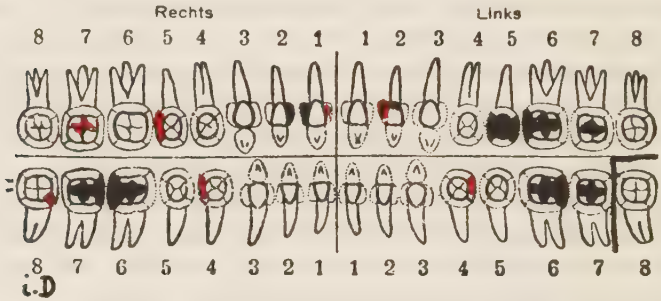
IV. Material und Methoden

1.) Material:

Das Speichelmaterial für die vorliegenden Untersuchungen stammt in der Hautpsache von Angestellten und Studenten des zahnärztlichen Instituts der Universität Tübingen, die sich als Versuchspersonen zur Verfügung stellten.

Für die Versuchspersonen soll die Bezeichnung "Patienten", die sich bei uns eingebürgert hat, hier beibehalten werden. Bei jedem Patienten wurde zunächst ein Befund erhoben, und der Zahnstatus nach folgendem Schema (Beispiel) aufgezeichnet:

Name: G. Z. geb.: 1. 7. 1935



Befund:	
Frühere Karieshäufigkeit:	gering
Zahnarztbesuche:	unregelmäßig
Zahnpflege:	2 x täglich regelmäßig
Gingivitis:	--
Allgemeinärztl. Behandlung:	--

Objektiver Befund:	
Zahnpflege:	gut
Gingiva:	normal
Mundschleimhaut:	o. B.
Zunge:	o. B.
Besonderheiten:	Knirschen und Pressen

Anschließend wurden an den Patienten drei mit einem Pfropfen verschließbare, sorgfältig gekennzeichnete, sterile Reagensgläser ausgegeben, in die die Speichelproben von je etwa 2 ccm Nüchternspeichel (eine Markierung in der entsprechenden Höhe war an den Gläsern angebracht worden) gesammelt werden sollte. Die erste Probe sollte in das mit "I" bezeichnete Reagensglas morgens sofort nach dem Erwachen gesammelt und das Glas wieder verschlossen werden. Nach Ablauf von 10 - 15 Minuten waren die nächsten 2 ccm Nüchternspeichel in Reagensglas II, und nach weiteren 10 - 15 Minuten die letzten 2 ccm Nüchternspeichel in Glas III abzusondern. Zwischen Probe II und III durften die Patienten aus Gründen der Zeitersparnis ihre Zähne putzen. Bei jedem Patienten wurden 8 - 10 Versuchsreihen erstrebt. Die Speichelproben sollten bis spätestens 10 Uhr abgegeben werden und wurden bis zum Ansetzen der Versuche in einem Kühlschrank bei einer Temperatur von + 4° C aufbewahrt.

2.) Methode:

Der Sauerstoffverbrauch dieser Speichelproben wurde in einem Warburg - Manometer gemessen [15]. Die Speichelproben wurden gut durchgeschüttelt, um eine gleichmäßige Verteilung von Sediment und Flüssigkeit zu erzielen, und 1,0 ml Speichel in die Reaktionskölbchen einpipettiert. Um einen konstanten p_H - Wert zu gewährleisten, wurden 1,5 ml Veronalpuffer (p_H = 6,9) hinzugefügt. Zur Bindung des freiwerdenden CO_2 kamen 0,2 ml 10 %ige NaOH in das Zentralgefäß, das mit einem Fließpapierstreifen zur Vergrößerung der Oberfläche versehen wurde.

Die Kölbchen wurden an Manometer angeschlossen und während der Versuchsdauer in einem Wasserbad geschüttelt. Das Wasserbad wurde innerhalb von 10 Minuten auf 37° C erwärmt und konstant auf dieser Temperatur gehalten. Nach Erreichen dieser Temperatur wurden die Manometerschenkel auf 240 eingestellt, und das Manometersystem geschlossen. Die Messung dauerte eine Stunde, Zwischenwerte wurden alle 15 Minuten abgelesen.

Durch Sauerstoffverbrauch tritt eine Volumenänderung der Atmosphäre innerhalb des geschlossenen Manometersystems ein, die sich in einer Änderung der Stellung der Manometerschenkel zueinander zeigt. Da beim Ablesen der Werte im Verlaufe des Versuchs stets der gleiche Stand des Manometerschenkels eingestellt wird, befindet sich innerhalb des Systems das gleiche Gasvolumen bei verändertem Gasdruck. Dieser Druck der im Manometersystem befindlichen Atmosphäre wird gemessen. Gas- und Flüssigkeitsvolumen des Reaktionsgefäßes sind bekannt, ebenso die Temperatur, die chemische Natur des Gases und die Dichte der Manometerflussigkeit, für die Brodie'sche Lösung verwendet wurde. Aus dem abgelesenen Wert der Druckänderung kann also die Menge des verbrauchten O_2 in γ l berechnet werden.

Ein Kontrollmanometer diente zum Anzeigen von Temperatur- und Luftdruckänderungen während des Versuchs. Sein Reaktionsgefäß enthielt statt des Speichel-Veronal-Gemisches 2,5 ml aqua destillata. Um den Wert des Kontrollmanometers wurden die Manometerwerte der übrigen Messungen korrigiert.

Zur endgültigen Berechnung des verbrauchten Sauerstoffs in γl wird der korrigierte Manometerwert mit einem Faktor Q_{O_2} multipliziert. Dieser Faktor ist abhängig vom Gas- und Flüssigkeitsvolumen des Reaktionsgefäßes und von der Temperatur, bei Verwendung von Brodie'scher Lösung als Manometerflüssigkeit. Aus den von Dixon [16] angegebenen Nomogrammen wurde dieser Faktor für jedes Manometersystem einmal abgelesen, und bei allen späteren Versuchen jeweils dasselbe Reaktionsgefäß an dasselbe Manometer angeschlossen. Eine ständige Neuberechnung von Q_{O_2} wurde dadurch vermieden.

Zur Herstellung der Pufferlösung wurden 2,062 g Natrium-diaethylbarbituricum in einem 100 ml-Kölbchen zu einer 0,1 m Lösung gelöst. 53,6 ml dieser Stammlösung wurden mit 46,4 ml 0,1 n HCl aufgefüllt, das p_H nachgemessen und gegebenenfalls auf $pH = 6,9$ eingestellt.

V. Ergebnisse

Die Ergebnisse sämtlicher Versuche sind in Tabellen zusammengefaßt und nach verschiedenen Gesichtspunkten aufgegliedert. Sämtliche Angaben in den Tabellen sind Meßergebnisse in γ l O_2/Std. Dies ist der Sauerstoffverbrauch von 1 ml Speichel der Proben I, II bzw. III unter p_H-konstanten Bedingungen bei 37° C.

In Tabelle 1 sind die Werte des O_2-Verbrauchs aller Versuche in γ l O_2 angegeben. Die jeweils zusammengehörigen Speichelproben sind untereinandergeschrieben.

Tabelle 2 enthält die Werte der Versuchsreihen, bei denen keine Abnahme des O_2-Verbrauchs von Probe I bis III beobachtet wurde.

Tabelle 3 ist eine Übersicht über die Speichelprobenreihen, bei denen die Probe II einen größeren O_2-Verbrauch aufwies, als Probe I.

Tabelle 4 faßt die Versuchsreihen zusammen, bei denen der O_2-Verbrauch von Probe III gegenüber dem von Probe II erhöht ist.

In Tabelle 5 sind Extrem-Werte des O_2-Verbrauchs dargestellt, für die mögliche oder sichere Gründe (z. B. Blut im Speichel) gefunden werden konnten. Ebenso sind hier Abweichungen von der normalen Abnahme des O_2-Verbrauchs von Probe I bis III aufgezeichnet, die vielleicht auf Verwechslung der Reagenzgläser zurückzuführen sind.

Tabelle 6 a führt die Höchstwerte (= HW), den Mittelwert (= MW) und den niedrigsten Wert (= NW) von Probe I jedes Patienten auf, mit den prozentualen Schwankungen des Höchstwertes und des niedrigsten Wertes in Bezug auf den Mittelwert. Tabelle 6 b enthält die entsprechenden Werte von Probe II, Tabelle 6 c diejenigen von den Proben III.

Die Abbildungen 1 und 2 sind die der Tabelle 1 entsprechenden graphischen Darstellungen der O_2-Verbrauchswerte zweier Patienten, wobei die horizontale Achse die Versuchsreihen 1 - 10 darstellt, die Vertikale die Atmungswerte von Probe I - III in 8 l O_2. Die Werte der Probe I sind als eine Kurve zusammengefaßt, ebenso die Werte von Probe II, bzw. III. Abbildung 1 enthält die bei den Werten der meisten Patienten zu beobachtenden Überschneidungen von Kurve II und III, während Abbildung 2 Ähnlichkeit der Kurven I, II und III zeigt.

Abbildung 3 bringt in graphischer Darstellung die Abanhme des O_2-Verbrauchs von Probe I - III eines Patienten. Die O_2-Werte der Proben I, II bzw. III sind untereinander dargestellt. Die jeweils zusammengehörenden Werte der Proben I - III sind miteinander verbunden und als Kurve gezeichnet.

Tabelle 1

O_2 -Verbrauchswerte aller Versuchsreihen

N.N.		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
B.	I	143	84								
	II	140	70								
	III	112	56								
G.F.	I	80	80	92	89	126	46	118	155		
	II	62	4	89	83	53	34	49	60		
	III	76	47	54	49	86	21	52	35		
E.G.	I	10	49	43	44	79	47	118			
	II	49	49	39	11	56	49	52			
	III	37	23	35	16	46	41	52			
D.S.G.	I	73	118	66	108	59					
	II	25	43	29	46	35					
	III	1	7	10	24	6					
G.G.	I	237	135	104	139	190	138				
	II	151	62	85	98	68	151				
	III	115	68	45	83	64	50				
H.	I	282	151								
	II	164	112								
	III	114	101								
P.H.	I	131	56	26	49	38	12	61			
	II	47	23	24	34	24	17	17			
	III	25	18	48	29	25	36	13			
E.K.	I	145	56	108	144	101	103	116	143	159	193
	II	85	40	51	73	55	41	76	95	138	94
	III	54	53	36	60	59	65	77	35	152	85
T.K.	I	31	26	42	15	24	49	28	25		
	II	2	11	10	13	15	11	10	23		
	III	15	12	18	10	9	10	4	18		
G.L.	I	125	157	112	100	285	126	102	104	122	145
	II	45	84	122	94	136	62	73	83	50	66
	III	48	33	73	43	97	59	58	41	73	44
R.M.	I	258	84								
	II	22	14								
	III	6	3								
U.M.	I	96	133	52	114	114					
	II	92	49	80	30	53					
	III	55	48	71	19	39					
H.M.	I	173	143	277	235	139	253	275	170		
	II	70	28	106	155	127	127	178	98		
	III	19	10	44	38	85	44	32	46		

Tabelle 1 (Fortzetzung)

N.N.		1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10
E.M.	I	60	87								
	II	61	53								
	III	37	43								
KH.M.	I	112	129	109	132	157					
	II	36	62	36	81	137					
	III	29	58	20	78	107					
O.N.	I	116	67	28	90	110					
	II	26	42	19	20	78					
	III	29	15	14	68	32					
E.R.	I	69	66	74	70	131	106				
	II	66	23	60	50	73	73				
	III	67	12	29	20	44	44				
W.R.	I	122	140	73	22	132					
	II	37	84	58	18	76					
	III	25	73	54	17	31					
A.R.	I	108	32	63	167	127	76	83	55	56	64
	II	18	20	44	22	34	50	30	19	20	48
	III	-	8	21	18	11	14	10	18	13	28
M.S.	I	204	126	101	109	64	168	73	50		
	II	56	5	52	47	43	86	25	47		
	III	36	66	86	29	37	54	6	32		
B.V.	I	132	119	107	173	180	161	204	179		
	II	126	105	70	109	73	129	133	76		
	III	79	112	3	19	20	11	1	11		
B.W.	I	20	77	18	48	53	15	36	76		
	II	14	40	6	26	16	13	10	18		
	III	15	16	16	10	3	12	-	2		
M.W.	I	164	226	166	121	200	85				
	II	188	70	84	-	101	40				
	III	182	69	49	15	64	43				
G.Z.	I	76	84	78	43	52	48	102	115		
	II	39	64	83	39	55	69	91	56		
	III	27	55	4	11	52	46	66	78		

Aus Tabelle 1, die 151 Speichelprobenreihen I - III von 24 verschiedenen Patienten enthält, ist zu ersehen, daß in den meisten Fällen der O_2 -Verbrauchswert der Nüchternspeichelprobe I höher ist, als der der später gewonnenen II und III.

Tabelle 2

Zusammenstellung derjenigen Speichelprobenreihen aus Tabelle 1, bei denen keine Abnahme oder sogar eine Zunahme des O_2 -Verbrauchs von den Proben I nach III festzustellen ist.

Name	1. Probe	2. Probe	3. Probe
G.F.	80	62	76
	80	4	47
	126	53	86
	118	49	52
E.G.	10	49	37
	44	11	16
	47	49	41
	118	52	52
G.G.	135	62	68
	138	151	50
P.H.	26	24	48
	38	25	25
	12	17	36
E.K.	56	40	54
	101	55	59
	103	41	65
	116	76	77
	159	138	152
T.K.	31	2	15
	26	11	12
	42	10	18
G.L.	125	45	48
	112	122	73
	122	50	73
U.M.	52	80	71
O.N.	116	26	29
	90	20	68
E.R.	69	66	67
M.S.	126	5	36
	101	52	86
B.V.	119	105	112
B.W.	20	14	15
	18	6	16
M.W.	85	40	42

Tabelle 2 (Fortzetzung)

Name	1. Probe	2. Probe	3. Probe
G.Z.	78	83	4
	52	55	52
	48	69	46
	115	56	78

In 38 von 151 Versuchsreihen ($\approx$ 22 %) war keine Abnahme des O_2 -Verbrauchs, in den meisten Fällen sogar eine Zunahme der Speichelatmung zu beobachten.

Tabelle 3

Zusammenstellung derjenigen Speichelprobenreihen aus Tabelle 1, bei denen die Probe II eine größere O_2 -Aufnahme aufwies als die Probe I.

Name	1. Probe	2. Probe	3. Probe
E.G.	47	49	41
G.G.	138	151	50
P.H.	12	17	36
G.L.	112	122	73
U.M	52	80	71
G.Z.	78	83	4
	52	55	52
	48	69	46

Bei acht der insgesamt 151 Speichelprobenreihen ($\approx$ 5 %) fand sich die Speichelatmung der II. Speichelprobe im Vergleich zur I. Probe erhöht.

Tabelle 4

Übersicht über diejenigen Speichelprobenreihen der Tabelle 1, bei denen die Speichelatmung der Probe III größer gefunden wurde als bei der Probe II.

Name	1. Probe	2. Probe	3. Probe
G.F.	80	62	76
	80	4	47
	126	53	86
	118	49	52
E.G.	44	11	16
	118	52	52
G.G.	135	62	68
P.H.	38	25	25
E.K.	56	40	54
	101	55	59
	103	41	65
	116	76	77
	159	138	152
T.K.	31	2	15
	26	11	12
	42	10	18
G.L.	125	45	48
	122	50	73
O.N.	116	26	29
	90	20	68
E.R.	69	66	67
M.S.	126	5	36
	101	52	86
B.V.	119	105	112
B.W.	20	14	15
	18	6	16
M.W.	85	40	43
G.Z.	115	56	78

Aus dieser Zusammenstellung ist zu ersehen, daß bei 28 von 151 Speichelprobenreihen ($\approx$ 19 %) die O_2 -Aufnahme der Probe III wieder ansteigt.

Tabelle 5
Extrem-Werte des O_2 -Verbrauchs

Mögliche Ursachen im Manometersystem:

G.F.	I	80	II	4	III	47
T.K.		31		2		15
M.S.		121		5		66
B.V.		107		70		3
		204		133		1
B.W.		18		6 ???		16
M.W.		121		-		15

Erhöhung des O_2 -Verbrauchs durch Blut in der Speichelprobe:

G.G.	I	237	II	151	III	115
G.L.		285		136		97
R.M.		251		22		6

Niedriger O_2 -Verbrauch durch kurze Schlafdauer 3^{00} - 5^{30}:

E.K.	I	56	II	40	III	53

Unstimmigkeit durch mögliche Verwechslung der Reagenzgläser:

E.G.	I	10	II	49	III	37
G.G.		138		151		50
P.H.		26		24		48
		12		17		36
O.N.		90		20		68

In Tabelle 5 sind Extrem-Werte des O_2 -Verbrauchs aufgeführt, für die mögliche oder sichere Gründe gefunden werden konnten.

Tabelle 6 a

Tabelle 6 a führt die Höchstwerte (= HW), den Mittelwert (= MW), und den niedrigsten Wert von Probe I jedes Patienten auf, mit den prozentualen Abweichungen des Höchstwertes und des niedrigsten Wertes in Bezug auf den Mittelwert. Den in Klammern geschriebenen Werten liegen nur zwei Versuchsreihen zugrunde.

Name	H.W. I	M.W. I	N.W. I	% +	% -
B.	(143)	(113, 5)	(84)	26	26
G.F	155	94, 3	46	64	51
E.G.	118	55, 7	10	112	82
D.S.G.	118	84, 8	59	39	30
G.G.	237	173, 7	104	37	40
P.H.	131	53, 3	12	144	78
H.	(282)	(216, 5)	(151)	30	30
T.K.	49	30	15	63	50
E.K.	193	126, 5	56	53	56
G.L.	285	137, 8	100	107	38
R.M.	(251)	(167, 5)	(84)	50	50
U.M.	133	101, 8	52	31	49
H.M.	277	208, 1	139	33	33
E.M.	(87)	(73, 5)	(60)	18	18
KH.M.	157	127, 8	109	23	15
O.N.	116	82, 2	28	41	66
E.R.	131	86	66	52	23
W.R.	140	97, 8	22	43	78
A.R.	167	86, 3	55	94	36
M.S.	204	111, 8	50	83	55
B.V.	204	156, 8	107	30	32
B.W.	77	42, 8	15	80	65
M.W.	226	160, 3	85	41	47
G.Z.	115	74, 7	43	54	42

Aus dieser Tabelle geht hervor, daß bei ein und derselben Person wiederholte Bestimmungen der Nüchternspeichelatmung (Probe I) in mehr oder weniger erheblichem Maße um einen Mittelwert herum abweichen, wenn das Untersuchungsmaterial nicht standardisiert werden kann.

Tabelle 6 b

Tabelle 6 b führt die Höchstwerte (= HW), den Mittelwert (= MW) und den niedrigsten Wert von Probe II jedes Patienten auf, mit den prozentualen Abweichungen des Höchstwertes und des niedrigsten Wertes in Bezug auf den Mittelwert. Den in Klammern geschriebenen Werten liegen nur zwei Versuchsreihen zugrunde.

Name	H.W. II	M.W. II	N.W. II	% +	% -
B.	(140)	(105)	(70)	33	33
G.F.	89	54,3	4	64	92
E.G.	56	43,6	11	28	75
D.S.G.	46	35,6	25	29	30
G.G.	151	102,5	62	47	40
P.H.	47	26,5	17	78	36
H.	(164)	(138)	(112)	18	18
T.K.	23	11,9	2	93	83
E.K.	138	74,8	40	85	47
G.L.	136	81,5	50	67	39
R.M.	(22)	(18)	(14)	22	22
U.M.	92	60,8	30	51	51
H.M.	178	111,1	28	60	75
E.M.	(61)	(57)	(53)	7	7
KH.M.	137	70,4	36	95	49
O.N.	78	37	19	111	49
E.R.	73	57,6	23	27	67
W.R.	84	55	18	53	67
A.R.	50	33,5	19	49	43
M.S.	86	45,1	5	91	89
B.V.	133	102,6	70	30	32
B.W.	40	17,8	6	125	66
M.W.	188	96,6	40	95	59
G.Z.	91	63,2	39	44	38

Auch die Speichelproben II variieren im Ausmaß der O_2-Aufnahme bei ein und derselben Person. Die maximalen Schwankungen erreichen jedoch genauso wie die Einzelwerte nicht die Grenzwerte der Nüchternspeichelproben (vergl. Tabelle 6 a).

Tabelle 6 c

Tabelle 6 c führt die Höchstwerte (= HW), den Mittelwert (= MW) und den niedrigsten Wert von Probe III jedes Patienten auf, mit den prozentualen Abweichungen des Höchstwertes und des niedrigsten Wertes in Bezug auf den Mittelwert. Den in Klammern geschriebenen Werten liegen nur zwei Versuchsreihen zugrunde.

Name	H.W. III	M.W. III	N.W. III	% +	% -
B.	(112)	(84)	(56)	33	33
G.F.	86	52,5	21	64	60
E.G.	52	35,7	16	46	55
D.S.G.	24	9,6	1	150	90
G.G.	115	70,5	45	63	36
P.H.	48	27,7	13	73	53
H.	(114)	(107,5)	(101)	61	61
T.K.	18	10,8	4	72	63
E.K.	152	67,6	35	125	48
G.L.	97	56,9	33	71	42
R.M.	(6)	(4,5)	(3)	30	30
U.M.	71	46,4	19	53	57
H.M.	85	39,7	10	114	72
E.M.	(43)	(40)	(37)	8	8
KH.M.	107	58,4	20	83	66
O.N.	68	31,6	14	115	56
E.R.	67	36	12	86	67
W.R.	73	40	17	83	58
A.R.	28	18,8	10	49	47
M.S.	86	43,5	6	98	86
B.V.	112	32	1	250	97
B.W.	16	9,3	0	72	100
M.W.	182	70,3	15	158	79
G.Z.	78	42,3	4	84	91

Die maximalen Schwankungen ($\sim$ 150 %) der nach dem Zähneputzen entnommenen Proben III erreichen wieder etwa gleiche Größenordnungen wie bei den Nüchternspeichelproben (vergl. Tab. 6 a).

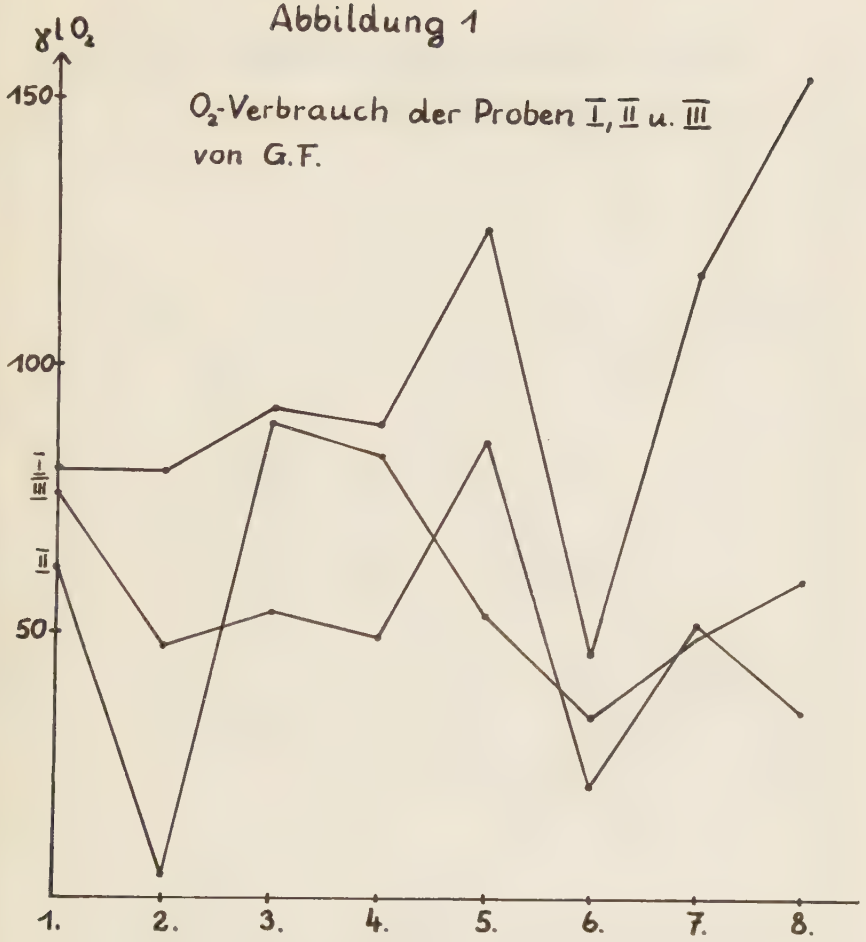


Abbildung 1 zeigt die der Tabelle 1 entsprechenden O_2 -Verbrauchswerte eines Patienten. Die horizontale Achse stellt die Versuchsreihen dar, die Vertikale die Atmungswerte von Probe I - III. Die Werte der Proben I, II bzw. III sind jeweils als eine Kurve zusammengefaßt. Abbildung 1 enthält Überschneidungen von Kurve II und III.

Abbildung 2

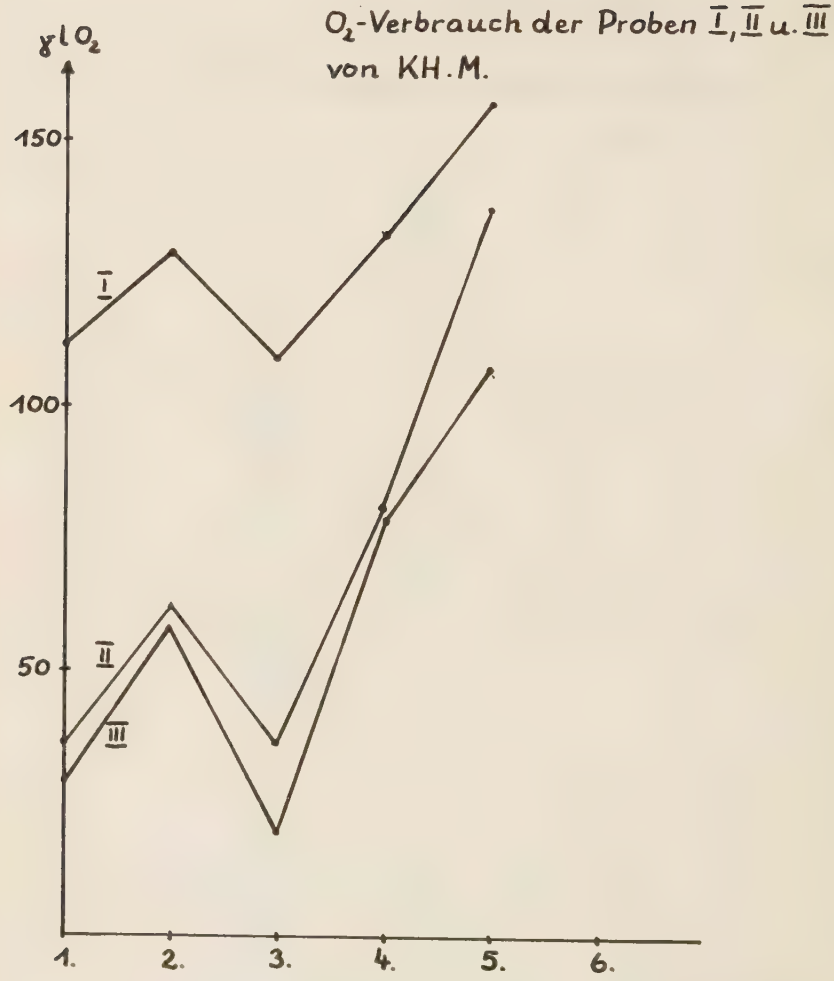


Abbildung 2 zeigt die der Tabelle 1 entsprechenden O_2 -Verbrauchswerte eines Patienten. Die horizontale Achse stellt die Versuchsreihen dar, die Vertikale die Atmungswerte von Probe I - III. Die Werte der Proben I, II bzw. III sind jeweils als eine Kurve zusammengefaßt. Abbildung 2 zeigt Ähnlichkeit der Kurven I, II und III. Wie bei Abb. 1 sind die Meßergebnisse der Nüchternspeichelproben stets höher als die der zugehörigen Proben II und III desselben Probanden.

Abbildung 3

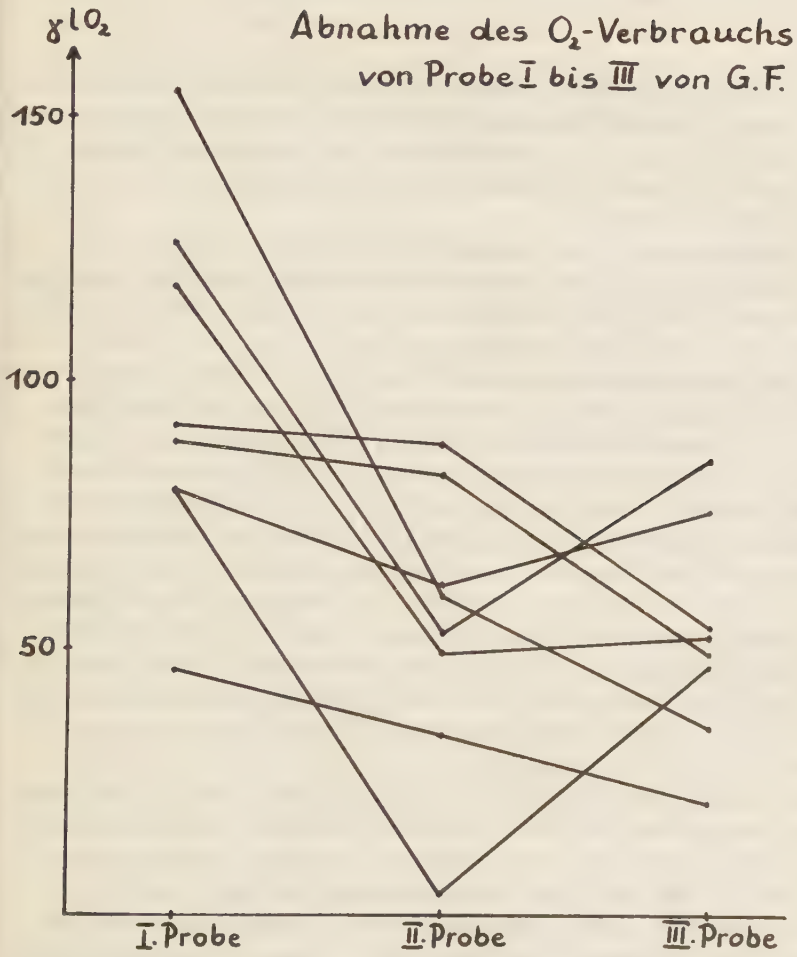


Abbildung 3 zeigt die Abnahme des O_2 -Verbrauchs von Probe I - III eines Patienten. Die O_2 -Werte der Proben I, II bzw. III sind untereinander dargestellt. Die jeweils zusammengehörigen Werte der Proben I - III sind miteinander verbunden und als Kurve gezeichnet.

VI. Diskussion der Ergebnisse

Der Kariesanfälligkeitstest auf der Grundlage der Speichelatmung ist auf der Messung des O_2 -Verbrauchs von nicht stimuliertem Nüchternspeichel aufgebaut. An diese Voraussetzung sind die Speichelproben der vorliegenden Ergebnisse gebunden, wobei die Probe I der Speichelmenge entspricht, deren Auswertung zur Begründung des Tests führte.

Bei der Berechnung der O_2 -Verbrauchswerte der Proben I zeigte es sich, daß diese sehr großen Schwankungen unterworfen waren. Die geringste Abweichung vom Mittelwert beträgt + 18 %, die höchste + 144 %, die kleinste Verminderung liegt bei - 18 %, die größte bei - 82 %.

Daß durch Entzündungen in der Mundhöhle die Speichelatmung verstärkt wird, ist bereits beschrieben worden (Eggers-Lura [20], Naujoks und Krönke [35, 36]), ebenso, daß ein vermehrter O_2 -Verbrauch durch im Untersuchungsspeichel vorhandenes Blut eintritt. In mehreren Fällen konnte Blut als eindeutige Ursache für ein plötzliches starkes Ansteigen der Speichelatmung beobachtet werden (siehe Tabelle 5). Eine Erhöhung des O_2 -Verbrauchs kann auch dadurch verursacht worden sein, daß einzelne Patienten - trotz Warnung vor Stimulierung - die Zunge an den Zähnen, an Wange und Gaumen gerieben haben, um den Speichelfluß zu intensivieren. Dadurch tritt unkontrollierbar vermehrte Abschilferung von Epithelien mit Bakterien und Blut auf. Fehlende Mundpflege am vorhergehenden Abend kann in einzelnen Fällen ebenfalls eine Rolle spielen, da hierdurch möglicherweise die Zellzahl im Speichel beeinflußt wird.

Als Ursache für eine Verminderung der Atmung kommt wohl in erster Linie ein langer Anmarschweg des Patienten und das Stehenlassen der Speichelproben bei Zimmertemperatur in Frage. Hierbei erschöpfen sich die Kohlehydratreserven der Speichelmikroflora. Die Aufbewahrung der Speichelproben im Kühlschrank bei $+4^{\circ}$ C selbst über viele Stunden hingegen beeinflussen die Speichelatmung nur unwesentlich. Entsprechende Versuche sind an unserem Institut durchgeführt worden (Zecha [40]). Als weitere Ursache konnte sehr kurze Schlafdauer vor dem Versuch beobachtet werden (siehe Tabelle 5), während geringe Unterschiede in der normalen Schlafzeit von etwa 8 Stunden mit den Schwankungen nicht in Einklang gebracht werden konnten.

Inwieweit die Gesamternährungslage eines Patienten oder der Genuß besonderer, z.B. sehr phosphatreicher Nahrungsmittel vor dem Sammeln der Speichelproben zu den beobachteten Schwankungen Anlaß geben, ist durch die vorliegenden Versuche nicht nachweisbar. Der Verdacht erscheint jedoch gerade in Anbe-

tracht der unter standardisierten Umweltbedingungen erhaltenen Befunde (Kröncke und Naujoks [35, 36]) nicht unbegründet. Es dürfte angezeigt sein, hier mit weiteren Versuchen einzusetzen.

Die einwandfreie Gewinnung von Nüchternspeichel stößt also auf erhebliche Schwierigkeiten, wenn sie nicht unter Aufsicht erfolgen kann. Dazu treten sehr viele Faktoren auf, die einer "Standardisierung des Materials" zuwiderlaufen und zu starken Schwankungen des Sauerstoffverbrauchs führen. Unter diesen Voraussetzungen wird die allgemeine Anwendbarkeit des Testes erheblich in Frage gestellt.

Die O_2 -Verbrauchswerte von Probe II sind in den meisten Fällen geringer als die der Probe I und sind ebenfalls starken Schwankungen unterworfen. Dies entspricht inzwischen veröffentlichten Untersuchungen von Naujoks [39]. Bei den Proben II betragen die Abweichungen vom Mittelwert im Höchstfall +125 %, im günstigsten +7 %, die kleinste Verminderung ebenfalls 7 %, die größte - 92 %. Die Schwankungsbreite im Gesamten ist somit etwa gleich der der Proben I. Die Mittelwerte der Gruppe II sind niedriger als die entsprechenden der Probe I, die Einzelwerte sind jedoch nicht mit den dazugehörigen Werten der Probe I in Beziehung zu setzen, in mehreren Fällen liegen sie sogar über diesen. Die geringe Anzahl dieser Abweichungen spricht aber für die allgemeine Tendenz, daß der Sauerstoffverbrauch von der Probe I nach II abnimmt (siehe Tabelle 3).

Die oben für die Proben I beschriebenen Gründe für die Schwankungen sind sicher auch hier zutreffend, doch kann von einer Verminderung der Schwankungen im Sinne einer Verdünnungsreihe nicht gesprochen werden. Der teilweise völlig andersartige Verlauf von Kurve II in Bezug auf Kurve I (siehe Abb. 1) ist nicht ohne weiteres erklärbar, bei einzelnen Werten kann man jedoch eine Verwechslung der Reagenzgläser durch die Probanden nicht ausschließen (siehe Tabelle 5).

Die O_2 -Verbrauchswerte von Probe III sind im Mittelwert kleiner als die von Probe II, doch sind hier in auffälliger Weise wesentlich mehr Einzelwerte größer als bei den vorausgehenden Proben. Die größten Abweichungen vom Mittelwert liegen bei +250 %, bzw. - 100 %, die geringste bei + 8 %, bzw. - 8 %. Es ergibt sich somit eine wesentlich größere Schwankungsbreite als bei den Proben I und II.

Die allgemeinen Gründe für die Abweichungen vom Mittelwert bei Probe I und II sind auch bei Probe III anzuwenden, ebenso wie die Möglichkeit der Verwechslung von Reagenzgläsern, vor allem bei einem Vergleich mit anderen Werten desselben Patienten (s. Tab. 1 : P.H., Versuch 3 - 6), nicht von der Hand zu weisen ist. Nun liegen die Werte von Probe III aber zu oft über den entsprechenden der Probe II, als daß hierin die einzige Erklärung zu suchen sein kann. So ist vor allen Dingen in Betracht zu ziehen, daß die Patienten zwischen den Pro-

ben II und III die Zähne putzen durften. In den meisten Fällen führt das zu vermehrter Epithelabschilferung, zu Entfernung vieler Bakterien aus Schlupfwinkeln und zu erhöhter Blutungsbereitschaft. Nicht außer Acht zu lassen ist auch die mögliche Einwirkung von Zahnpasten und Mundwässern auf die Speichelatmung. So konnte Eggers-Lura [19] bei Warburg versuchen die Beobachtung machen, daß durch Zusatz einer bestimmten Zahnpasta die Speichelatmung bei kariesresistenten Personen stark herabgesetzt wird, bei kariesanfälligen sogar völlig zum Stillstand kommt. Wieweit gelegentlich vorkommende Lippenstiftspuren in Probe III den Sauerstoffverbrauch des Speichels beeinflussen, konnte nicht entschieden werden.

In den Mittelwerten ist eine Abnahme der Speichelatmung von I bis III zu beobachten. Eine Zuordnung zueinander, vor allem wegen des Verhaltens von III, ist nicht möglich. Dadurch dürfte auch die Verwendung von Speichelproben, die erst im Laufe des Tages gewonnen werden, für die Auswertung in dem Kariesanfälligkeitstest kaum in Betracht kommen.

Insgesamt geht aus den vorliegenden Untersuchungen also hervor, daß die Stichhaltigkeit des Kariesanfälligkeitstestes auf der Grundlage der Bestimmung der Speichelatmung mit der Standardisierung des Untersuchungsmaterials steht oder fällt. Die Untersuchungen zeigen weiterhin, daß nur die Nüchternspeichelproben (Probe I), wie schon von Kröncke [33] und Naujoks [39] hervorgehoben, als Testobjekte verwendbar sind. Deren Entnahme unter ärztlicher Kontrolle (ein wesentlicher Teil möglicher Standardisierungsmaßnahmen) ist unter den Bedingungen einer ambulanten zahnärztlichen Praxis jedoch unmöglich.

VII. Zusammenfassung

1.) Die praktische Brauchbarkeit des Kariesanfälligkeitstestes auf der Grundlage der Speichelatmung muß für individuelle Bestimmungen nach dem Stand der gegenwärtigen Erfahrung verneint werden, da der Test von der Zuverlässigkeit der Nüchternspeichelgewinnung und von einer "Standardisierung des Materials" abhängig ist, die in der Praxis ohne ärztliche Aufsicht kaum erreicht werden kann.

2.) Nüchternspeichelproben, die in Abständen von je 10 - 15 Minuten gesammelt wurden, zeigten im Mittelwert eine zunehmende Verringerung des O_2 -Verbrauchs. Diese ist auf einen Verdünnungseffekt durch Drüsenspeichel und entsprechend verminderte Zellzahl zurückzuführen. Die Mittelwerte der drei hintereinander entnommenen Proben eines Patienten lassen kein bestimmtes Verhältnis zueinander erkennen.

3.) Die später gewonnenen Speichelproben II und III sind für den Test unbrauchbar, da sich durch die effektiv niedrigeren Meßwerte die für Kariesanfälligkeit oder Kariesresistenz charakteristischen Grenzen verwischen. Zudem sind die Störungsmöglichkeiten, die die Speichelatmung beeinflussen können, bei diesen Speichelproben größer.

Herrn Dozent Dr. Adolf Kröncke möchte ich an dieser Stelle für die Überlassung des Themas und für seine Anleitung bei der Ausarbeitung aufrichtigen Dank abstatten.
Apparate und Chemikalien für die Versuche wurden vom Direktor des Zahnärztlichen Instituts, Herrn Prof. Dr. Dr. Eugen Fröhlich und von Herrn Oberarzt Doz. Dr. Adolf Kröncke zur Verfügung gestellt. Auch dafür möchte ich beiden Herren herzlich danken.

VIII. Literaturverzeichnis

1. P. ADLER, P. BRUSZT, C. HRADECKY :
   Dtsch. zahnärztl. Zschr. 7, 19 (1952)

2. F. BRAMSTEDT, A. KRÖNCKE, R. NAUJOKS :
   Dtsch. zahnärztl. Zschr. 10, 568 (1955)

3. F. BRAMSTEDT, A. KRÖNCKE, R. NAUJOKS :
   Prophyl. Med. H 2 36 (1957)

4. F. BRAMSTEDT, A. KRÖNCKE, R. NAUJOKS :
   Naturwiss. 44, 331 (1957)

5. F. BRAMSTEDT, A. KRÖNCKE, R. NAUJOKS :
   Odont. Revy 8, 201 (1957)

6. F. BRAMSTEDT, A. KRÖNCKE, R. NAUJOKS und R. VONDERLINN :
   Dtsch. zahnärztl. Zschr. 9, 782 (1954)

7. F. BRAMSTEDT, R. NAUJOKS, E. RANKE und A. KRÖNCKE :
   Naturwiss. 47, 187 (1960)

8. F. BRAMSTEDT und R. VONDERLINN :
   Zahnärztl. Welt 7, 505 (1954)

9. F. BRAMSTEDT und R. VONDERLINN :
   Dtsch. zahnärztl. Zschr. 8, 69 (1953)

10. R. W. BUNTING und F. PALMERLEE :
    J. Amer. Dent. Ass. 12, 381 (1925)

11. G. W. BURNETT : J. Dent. Res. 31, 468 (1952)

12. G. W. BURNETT : J. Dent. Res. 32, 640 (1953)

13. G. W. BURNETT : J. Dent. Res. 33, 469 (1954)

14. J. C. CALANDRA und E. C. ADAMS : J. Dent. Res. 30, 229 (1951)

15. F. DICKENS : Die manometrische Methode. In: Bamann und
    Myrbaek: Methoden der Fermentforschung
    Leipzig 1941, Bd. I, S. 985

16. DIXON : Biochem. J. 48, 575 (1951)

17. H. EGGERS-LURA : Spyttets enzymer., Kopenhagen 1944

18. H. EGGERS-LURA : Die Enzyme des Speichels und der Zähne, München 1949

19. H. EGGERS-LURA : Dtsch. zahnärztl. Zschr. 9, 609 (1954)

20. H. EGGERS-LURA : Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 24, 177 (1956)

21. B. E. GUSTAFSSON und Mitarbeiter : Svensk. Tandl. Tskr. Suppl. 45, (1952)

22. R. L. HARTLES, N. D. MACDONALD : Biochem. J. 47, 60 (1956)

23. R. L. HARTLES, M. R. WASDELL : Brit. Dent. J. 99, 334 (1955)

24. R. L. HARTLES, M. R. WASDELL : J. Dent. Res. 34, 784 (1955)

25. J. KOTHE und G. SCHÜTZMANNSKY : Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 27, 347 (1957)

26. J. KOTHE und G. SCHÜTZMANNSKY : Dtsch. zahnärztl. Zschr. 14, 184 (1959)

27. A. KRÖNCKE : Zahnärztl. Rundsch. 62, 435 (1953)

28. A. KRÖNCKE : Prophyl. Med. 2, 44 (1957)

29. A. KRÖNCKE : Freie Zucker im menschlichen Nüchternspeichel, Leipzig 1959

30. A. KRÖNCKE : Vortrag 6. ORCA-Jahrestagung, Pavia 1959

31. A. KRÖNCKE : Deutsches Zahnärzteblatt, Heft 19, 523 (1960)

32. A. KRÖNCKE : Dtsch. zahnärztl. Zschr. 16, 185 (1961)

33. A. KRÖNCKE und R. NAUJOKS : Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 16, 298 (1952)

34. A. KRÖNCKE und R. NAUJOKS : Dtsch. Zahn-Mund-Kieferhk. 17, 202 (1952)

35. A. KRÖNCKE und R. NAUJOKS : Dtsch. zahnärztl. Zschr. 9, 565 (1954)

36. A. KRÖNCKE und R. NAUJOKS : Internat. Dent. J. 6, 174 (1956)

37. A. KRÖNCKE, F. BRAMSTEDT, R. NAUJOKS, H. MARG : J. Dent. Belge 49, 391 (1958)

38. C. LUNDQVIST : Odont. Revy 3, Suppl. 1 (1952)

39. R. NAUJOKS, F. BRAMSTEDT, E. RANKE, M. AUERBACH :
Dtsch. zahnärztl. Zschr. 16, 185 (1961)

40. G. ZECHA : Über die Atmung des Speichels zahnloser Patienten.
Diss. Tübingen 1960.

Lebenslauf

Am 16. März 1934 wurde ich, Erich Kraus, als Sohn des Zahnarztes Anton Kraus und seiner Frau Hedwig, geb. Krause in Reichenberg (CSR) geboren. Die 1. - 4. Klasse Grundschule besuchte ich vom Herbst 1940 an in Reichenberg-Niederhanichen und nach 3/4jähriger Krankheit auch die 5. Klasse bis zur Ausweisung aus der Tschechoslowakei.

Im Herbst 1945 trat ich in die Oberschule (Kantschule) in Berlin-Karlshorst ein und wechselte im Oktober 1946 an das Gymnasium am Lietzensee über. Im April 1947 übersiedelten meine Mutter, meine Schwestern und ich nach Stuttgart, wohin mein Vater aus der Kriegsgefangenschaft entlassen worden war. Hier besuchte ich das Eberhard-Ludwigs-Gymnasium, an dem ich im Frühjahr 1954 die Reifeprüfung ablegte.

Im Sommer 1954 wurde ich an der Universität in Tübingen immatrikuliert, um Zahnheilkunde zu studieren. Die zahnärztliche Vorprüfung bestand ich im Februar 1957, die zahnärztliche Prüfung im September 1960 an der Universität Tübingen.